ESTADÍSTICA ESPAÑOLA
Vol. 43, Núm. 148, 2001, págs. 189 a 207

Mil y una dimensiones del aprendizaje de la estadística

por
ROBERTO BEHAR GUTIÉRREZ
Facultad de Ingeniería
Universidad del Valle. Colombia

PERE GRIMA CINTAS
Dpto. de Estadística e Investigación Operativa
Universidad Politécnica de Cataluña

RESUMEN

El presente artículo pretende ofrecer una visión global de la problemática de la enseñanza de la estadística, ilustrando su complejidad, pero al mismo tiempo mostrando algunos caminos que podrían ser abordados para su mejora. Se trata el tema del enfoque de los cursos introductorios, el papel de la motivación, los estilos de aprendizaje de los estudiantes y su relación con los objetivos que se persiguen, los métodos de enseñanza y el papel de la tecnología. Se discute también sobre el proceso de evaluación y la filosofía del *Total Quality Management* (TQM) aplicada al proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística.

Palabras clave: Enseñanza de la estadística, estilos de aprendizaje, plan de estudios, motivación, evaluación, tecnología.

Clasificación AMS: 62-01

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la estadística en la actualidad, no se pone en discusión. Casi todos los programas universitarios incluyen en su plan de estudios, al menos un curso de estadística. En muchos países, la estadística forma parte del currículo de la educación secundaria e incluso se incluyen algunos tópicos en la educación primaria. Cada vez está más asumido que la dinámica del mundo moderno exige que todo ciudadano, para ejercer sus derechos y comprender su entorno, requiere de una cierta alfabetización en estadística.

Sin embargo, el tema de la calidad del proceso de enseñanza–aprendizaje de esta disciplina ha sido tradicionalmente relegado a un segundo plano. Así lo ponen de manifiesto tanto los criterios de selección del profesorado como los estímulos a su desarrollo profesional, siempre más ligados a incentivar la investigación en nuevas áreas que a reconocer los esfuerzos en la mejora de los procesos de enseñanza. Pero a pesar de ello, cada vez se aprecia más preocupación entre los profesores por mejorar la eficacia de sus tareas docentes, seguramente debido a la sospecha de que las formas de enseñanza tradicionales no están dando los resultados deseados.

Albert Prat en la lección inaugural del curso 1994-95 de la Facultad de Matemáticas y Estadística de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), explicaba esta inquietud de la siguiente forma*: Otro fenómeno que muchos de mis amigos de profesión y yo mismo hemos experimentado con frecuencia es el hecho de que cuando alguien nos pregunta a que nos dedicamos y le decimos que somos estadísticos, la mayoría de las personas que han estudiado nuestra disciplina en la Universidad manifiestan su sorpresa y su mal recuerdo de la forma como se les enseñó. En lugar de reconocer la importancia de la metodología para la recogida y el análisis de datos sólo recuerdan un montón de desarrollos matemáticos ininteligibles, y los más afortunados recuerdan alguna aplicación probabilística*.

Tenemos la convicción de que esta sensación está muy generalizada. Julian L. simon(1996), en un libro al que se tiene acceso a través de internet ("Resampling: A Better Way To Teach (and Do) Statistics" http://www.inform.umd.edu/EdRes/Colleges/BMGT/.Faculty/JSimon) ofrece una larga e interesante lista con citas de profesores que muestran su insatisfacción con la forma tradicional de enseñar la estadística (capítulo I-2).

Sin duda, la enseñanza en los cursos introductorios tiene muchas dimensiones. Se habla mucho de los objetivos: ¿Cuáles se pretenden alcanzar a corto plazo, al finalizar el curso? ¿Cuáles a medio plazo, a tres años o cinco años vista?. Y sobre contenidos: ¿Cuál debe ser el contenido del curso? ¿Cuál su nivel de matemáti-

cas?. ¿A qué se le debe dar más énfasis? ¿a las matemáticas? ¿a la probabilidad? ¿al análisis exploratorio de datos o al cambio de actitud frente a la aleatoriedad?

Otro tema importante es el de la motivación: ¿Cómo hacer para que los estudiantes no se aburran? ¿Cómo hacer para disminuir la ansiedad y hacer del curso de estadística una experiencia agradable? ¿Cómo mejorar su actitud frente al aprendizaje? ¿Cómo lograr menos frustraciones al final del curso? ¿Por qué se producen estos hechos de manera especial con la estadística?.

Y otros aspectos pueden ser: ¿Cómo valorar el impacto de los cambios que el profesor, en su intención de mejorar *los resultados*, implementa en su curso? ¿Cómo saber objetivamente que una opción metodológica mejora los resultados? ¿Qué opciones metodológicas podrán mejorar qué cosas? ¿Qué papel juega la tecnología en todo esto? ¿y el ordenador?

Estas preguntas y muchas más que podrían hacerse sobre este importante asunto, justifican en parte el título de este artículo, que pretende resaltar la complejidad de la problemática, pero también la variedad de oportunidades para intentar mejorar.

2. ANTECEDENTES

La estadística, en su concepción actual, es bastante joven si tomamos en cuenta que los aportes de Karl Pearson, Fisher, Gosset, y las posteriores aportaciones de Neyman y Egon Pearson, en los cuales descansa básicamente la materia que se enseña en los cursos introductorios, se realizan durante el siglo XX, así como la axiomatización de la teoría de la probabilidad por parte de Kolmogorov.

La enseñanza de la estadística, estaba bastante asociada en un principio, con la realización de cálculos, con la determinación de cifras en el marco del limitado (o inexistente) desarrollo computacional de aquella época. La elaboración de las tablas para la distribución F de Snedecor, sin las cuales eran inaplicables los valiosos métodos recién descubiertos, era una labor titánica, a tal punto que durante mucho tiempo, sólo existieron valores críticos para el 5% y para el 1% de significación.

Es curioso percatarse que aún en nuestros días, en los que se da un desarrollo extraordinario de la computación y la ciencia informática, aquellos valores del 5 y del 1%, relacionados con las pruebas de significación de Fisher, constituyen mojones difíciles de remover en el tiempo. Los rótulos *significativo* y *altamente significativo,* no han caído en desuso y son referentes cotidianos en todas las publicaciones científicas sobre investigaciones empíricas. Este hecho tan sencillo, puede servir de indicador de la gran inercia que existe en la comunicación del conocimiento esta-

dístico. La enseñanza en general y la enseñanza de la estadística en particular, cambian muy lentamente. Si se comparara la evolución en casi todas las facetas de la actividad humana en el último siglo, catalizado con los avances de la ciencia y de la tecnología, seguramente veríamos que la forma de enseñar ha cambiado muy poco.

Lo que es innegable, es la creciente actitud positiva para abordar la problemática del aprendizaje de la estadística, lo cual se hace evidente por el número de publicaciones dedicadas a esta temática. La Asociación Americana de Estadística (ASA), desde hace varios años tiene una sección de *Statistical Education*, asimismo, publica el *Journal of Statistis Education (JSE*), que trata este tema de forma exclusiva. La revista *The American Statistician*, también publicada por la ASA, dedica su sección *Teacher's Corner* a esta temática, además de publicar algunos artículos destinados a la discusión sobre temas relacionados con la enseñanza, como en la edición de febrero de 1999 que tiene una sección especial dedicada a esta problemática con el título: *Undergraduate statistics: What should Change?*. Entre otras publicaciones que tratan la enseñanza de la estadística de forma habitual se puede citar: *Chance* que está dirigido, no solo a profesores, sino también a estudiantes. La publicación *Teaching Statistics*, que publica el índice de cada número en una página web, además de tener disponible (http://science.ntu.ac.uk/rsscse/TS) una recopilación en forma de libro con los que considera mejores artículos publicados, bajo el nombre de *Best of Teaching Statistics*. Existen también publicaciones que sin estar orientadas específicamente a la enseñanza de la estadística, si han tratado este tema de forma detallada, como los números 122 (Sep-Dic de 1989) y 123 (Enero-Abril de 1990) de esta misma revista, dedicados monográficamente a la enseñanza de la estadística en España.

Las paginas Web, dedicadas a este tema, aumentan cada vez con mayor celeridad. Por otro lado se han consolidado grupos de discusión que abordan con entusiasmo muy variadas temáticas en torno a la práctica de la enseñanza de la estadística y comparten no sólo sus inquietudes y dificultades, sino sus hallazgos y maneras de abordar situaciones en clase.

La *International Association of Statistical Education IASE*, (http://www.swin.edu.au/maths/iase/) órgano de la ISI (*International Statistics Institute*), también realiza periódicamente congresos, publicaciones y otras actividades en torno a la enseñanza de la estadística. Su actual presidente es la profesora Carmen Batanero, quien también es la líder de un importante y prolijo grupo de investigación sobre estos temas en la Universidad de Granada. Un excelente panorama de la situación actual y de las inquietudes del IASE *Statistical Education Research Group* puede encontrarse en Batanero, C. et al. (2000).

La sensibilización de la comunidad académica internacional y la importancia y actualidad de la problemática de la educación estadística puede valorarse también por los centenares de artículos que han sido publicados sobre el tema muchos de los cuales aparecen referidos en el excelente artículo: Sahai H; A. Khurshid; S. Ch. Misra (1996) *A Second Bibliography on the Teaching of Probability and Statistics. Journal of Statistics Education v.4, n.3,* el cual es una valiosa fuente de información para todo aquel que desea entrar en esta temática.

3. EL ENFOQUE Y CONTENIDO DE LOS CURSOS INTRODUCTORIOS DE ESTADÍSTICA

Reflexionar sobre el enfoque y los contenidos, tiene especial interés por su condición que podríamos llamar de paquidermo. Una vez se han definido y se empiezan a ejecutar, toman una inercia muy grande. Los períodos entre cambios, bien pueden medirse por décadas. Cambiar el enfoque o los contenidos de un curso tradicional, generalmente implica la ruptura de paradigmas y hasta de cambios generacionales.

Tener claros los objetivos, es asunto clave. Concepciones vagas sobre los propósitos que se persiguen pueden dar origen a una pobre definición de contenidos y a una organización inadecuada de los mismos. Muchos cursos usan lo que pudiera llamarse “metas orientadas a temas”. Un profesor que asuma estas metas especificará una lista de tópicos estadísticos y definirá una serie de actividades dirigidas a cubrir estos tópicos, fallando en el énfasis de lo esencial: ayudar al estudiante a apreciar el papel vital de la estadística. Sin esto, cualquier aprendizaje será de poco interés y de poco uso.

Diversos autores proponen como objetivos relevantes para un curso introductorio el desarrollo de las siguientes competencias:

- Habilidad para ligar la estadística con situaciones del mundo real.
- Conocer los conceptos básicos de estadística.
- Habilidad para sintetizar los componentes de un estudio estadístico
- Comunicar los resultados de una manera clara.

Sin embargo, habitualmente nos encontramos con diferentes perspectivas o enfoques que son motivo de polémica. Green (1992)plantea alguno de estos enfoques mediante las siguientes confrontaciones:

Estadística *versus* matemáticas

En algunos cursos, se da mucha importancia al tratamiento formal de la probabilidad y la inferencia estadística, intentando deducir y construir la matemática que da origen a importantes y útiles proposiciones estadísticas, dando poca importancia a las aplicaciones. En este enfoque el curso de estadística puede convertirse en un nuevo curso de matemáticas, pues el proceso que domina el curso, es casi completamente deductivo, mientras que la estadística en su aplicación sigue un proceso inductivo, que no es abordado suficientemente. El alumno se capacita para aplicar las propiedades de algunos operadores, resolver algunas ecuaciones para descubrir si se cumple o no una afirmación matemática que puede estar asociada, por ejemplo, con alguna propiedad de un estimador. El alumno, en los ejercicios que resuelve, se ve enfrentado a desarrollar sumatorios, tal vez hallar algunos límites para verificar algunas convergencias, etc., quedando ausente, la ligazón de la teoría con el mundo real, al igual que la apreciación de la matemática y de la estadística como modelos para abordar situaciones reales en las que la incertidumbre y la variabilidad, son parte esencial del problema.

Estadística *versus* probabilidad

Con esta confrontación, se quiere hacer referencia a la situación que en ocasiones se da en los cursos introductorios en los que para abordar los conceptos de inferencia estadística o análisis de datos, se recorre primero un largo camino en el mundo de la probabilidad, invirtiendo buena parte del tiempo en temáticas como el de la combinatoria, dando un tratamiento más o menos formal al concepto de variable aleatoria y otros temas clásicos de la teoría de la probabilidad. Este enfoque ha sido muy seriamente discutido. Muchos artículos recientes, plantean que es posible entender los conceptos básicos de la estadística, para su adecuada aplicación, con relativamente pocos conocimientos formales de probabilidad, haciendo más énfasis en la intuición y en la simulación y dando los preliminares de la inferencia con base en el análisis de datos, más que en modelos matemáticos de probabilidad. En esta dirección la discusión no está terminada, pero existen esfuerzos importantes, como se muestra en el texto de Moore (1997). Sobre las posibilidades de la simulación en la enseñanza de la estadística puede verse Grima y Riba (1995).

Estadística versus análisis de datos (AED)

Enfoques más recientes de la enseñanza de la estadística empiezan con análisis de datos para problemas contextualizados del mundo real. Van apareciendo las herramientas del análisis exploratorio de datos, como necesidad de resolver aspectos del problema planteado. Se hace énfasis en la importancia y utilidad del llamado análisis exploratorio de datos, al tiempo que se pone en evidencia el

alcance y las limitaciones de posibles inferencias. En una etapa posterior del curso, el AED, puede convertirse en importante apoyo, para entender conceptos como el de función de densidad de probabilidad, a partir de una generalización de la idea de histograma, y las características poblacionales de media, varianza, etc.. Evidentemente, puede suceder, que en algunos cursos, se confunda estadística, exclusivamente con AED y más aun con aplicación de software para la obtención de gráficos y tablas, descontextualizados, lo cual no es deseable.

Aunque existen diferencias en los contenidos de los cursos introductorios dependiendo de la disciplina específica a la cual se dirige, la tendencia en las propuestas que se realizan en las distintas publicaciones sobre enseñanza de la estadística, están orientadas a fortalecer el pensamiento estadístico, más que el aprendizaje de fórmulas y ecuaciones. Los contenidos de teoría estadística y de matemática se supeditan a la necesidad de fortalecer el entendimiento de una estrategia conceptual para la resolución de problemas contextualizados, reforzados con simulaciones que ilustren de una manera más vivencial el significado de la teoría. En resumen: más problemas reales, más datos, más análisis exploratorio de datos, menos probabilidad.

4. EL ROL DE LA MOTIVACIÓN

El aprendizaje es una actividad personal e intransferible, lo cual significa que para llevarse a cabo se requiere de la voluntad y el esfuerzo del *aprendedor*, sin los cuales no puede lograrse. Pero, ¿cuál es la razón que impulsa a un estudiante a apropiarse del conocimiento que se ofrece en un curso de estadística? En otras palabras ¿qué mueve al estudiante a invertir una mayor o menor cantidad de energía? Sahai, Behar y Ojeda (1997), expresan que un motivo corriente para estudiar estadística es que la asignatura aparece en el plan de estudios y es indispensable aprobarla para obtener el título que se pretende. Si no existe otro motivo adicional, el estudiante define una estrategia para aprobar más que para aprender. Se ejercitará para responder las evaluaciones y salvar el escollo que representan en su camino. En este caso el motivo no tiene la suficiente fuerza para emprender la senda del aprendizaje.

La motivación está asociada con el deseo del estudiante de participar en el proceso de aprendizaje y, por tanto, se relaciona con las razones o metas que supone su participación en las actividades académicas. Por su naturaleza cualitativa pueden distinguirse dos tipos de motivación. *La motivación intrínseca*, que supone un autentico compromiso del estudiante con una actividad de aprendizaje, que la asume como propia, y con la que el aprendizaje le permite disfrutar de un sentimiento de satisfacción. Por otra parte, *la motivación extrínseca* logra que el estu-

diante realice una actividad de aprendizaje como un medio para obtener un premio o para evitar un castigo, por ejemplo, una calificación aprobatoria, un título, una mención de honor, una beca, etc.

La motivación intrínseca, es un camino más seguro hacia el aprendizaje y en este sentido el profesor juega un papel central. Uno de los más importantes retos del profesor, es ayudar a encender esa chispa de la motivación intrínseca, sin la cual los demás esfuerzos resultan poco efectivos. Cuando la motivación intrínseca no se produce, el estudiante podría dedicar sus esfuerzos a aprobar, más que aprender. Aquí, la evaluación juega un importante papel, siguiendo el conocido dicho *Dime como me mides y te diré como actúo*.

Existen algunas cualidades del proceso de enseñanza que contribuyen a la génesis de la motivación. Una de ellas es el *aprendizaje contextualizado*, es decir, ayudar al estudiante a ver la aplicabilidad del conocimiento estadístico al mundo real. Tareas que signifiquen un reto alcanzable y que involucren una moderada cantidad de discrepancia o aparente incongruencia, estimulan la curiosidad del estudiante y se constituyen en un elemento de motivación intrínseca. En definitiva, plantear problemas relacionados con la profesión que difícilmente pudieran ser resueltos sin el uso de la estadística son una excelente forma de motivar a los estudiantes en su estudio.

5. ESTILOS DE APRENDIZAJE, OBJETIVOS Y MEDIOS PARA ALCANZARLOS

Snee (1993) basado en Herrmann (1989), plantea la existencia de diversas formas de aprendizaje, y como cada individuo sigue aquella que le da mejores resultados. De acuerdo con este planteamiento, la individualidad en la apropiación del conocimiento no permite el diseñar con éxito una estrategia de aprendizaje óptima para todos. Snee (1993) lo expresa muy bien cuando dice: *Queremos que el proceso de aprendizaje sea robusto a una variedad de estilos de procesamiento de la información y de aprendizaje* y en otra parte *…Cada experiencia educativa debe incluir una variedad de métodos de aprendizaje*. Esto sugiere un modelo en el cual el profesor es un facilitador y el estudiante es el protagonista, que puede elegir entre una gama amplia de oportunidades disponibles de aprendizaje, de acuerdo con sus condiciones particulares.

Actividades asociadas con los distintos estilos de aprendizaje pueden ser: lecturas, conferencias, ejercicios, resúmenes, videos, metáforas, experimentos, proyectos, discusiones y otras. El impacto sobre el aprendizaje de escuchar una clase de estadística estilo conferencia, es distinto del producido por el desarrollo de un proyecto a lo largo del periodo académico y seguramente diferente de aquel que resulta de solucionar los ejercicios de fin de capitulo. En este sentido, Snee (1993),

se refiere al proverbio chino: *Escucho y olvido, veo y recuerdo, hago y entiendo*, el cual sugiere diferentes énfasis para el impacto de cada actividad y, además, parece definir una jerarquía: escuchar, ver, actuar.

Conocer la naturaleza de los objetivos de aprendizaje, proporciona criterios para definir cierta racionalidad de asociación entre objetivos y actividades de aprendizaje. En esta línea, Bloom (1984) encabezó un grupo de psicólogos educativos, quienes desarrollaron una clasificación de niveles de comportamiento intelectual en el aprendizaje. Esta taxonomía en lo que se refiere al nivel de aprendizaje cognoscitivo, define 6 niveles que van desde el simple recuerdo o reconocimiento de hechos, hasta el más alto nivel de abstracción.

a) **Nivel de conocimiento (Información).** Palabras clave: Ordena, define, duplica, nombra, lista, memoriza, reconoce, recuerda, repite, reproduce. Aquí el estudiante no añade un valor agregado, reconoce información, ideas y principios aproximadamente en la misma forma en que le fue transmitido el conocimiento. Por ejemplo: Defina media muestral. Mencione tres medidas de tendencia central. Diga quien fue el primero en acuñar la palabra *promedio*. Liste métodos para construir estimadores.

b) **Nivel de comprensión**: Clasifica, describe, discute, explica, expresa, identifica, indica, localiza, restablece, traslada. El estudiante, interpreta información, con base en conocimientos previamente obtenidos. Aquí aparece un valor agregado por parte del estudiante. Ejemplos: Explica la relación entre la media y la desviación estándar. En la distribución que se presenta a continuación establece la posición relativa de la media y la mediana. Clasifica cada una de las siguientes variables como discretas o continuas.

c) **Nivel de aplicación**: Aplica, elige, demuestra, emplea, interpreta, opera, esquematiza, resuelve, usa. El estudiante transfiere, usa datos y principios para completar un problema o tarea, con escasa dirección. Ejemplo: mediante un proceso de fabricación se produce tornillos con una longitud media de 1 cm con una desviación estándar de 0.05 cm; se consideran no conformes los tornillos que resultan muy largos o muy cortos. En el actual proceso el 4% de los tornillos resultan no conformes. Si se reduce la desviación estándar en un 20%, ¿cuál será el nuevo porcentaje de defectos que se espera?.

d) **Nivel de análisis**: Analiza, calcula, categoriza, compara, contrasta, critica, diferencia, separa, examina, experimenta, prueba. El estudiante distingue y relaciona las suposiciones, hipótesis y evidencias o estructura una afirmación o una pregunta. Ejemplo: Se sospecha que los dos conjuntos de datos que se dan a continuación pertenecen a la misma población. Analiza los datos y concluye.

e) **Nivel de síntesis**: Arme, componga, construya, diseñe, desarrolle, formule, organice, prepare, proponga. El estudiante origina, integra y combina ideas en un producto, plan o propuesta que es nueva para él. Ejemplo: una empresa de productos cárnicos, usa como materia prima perniles de cerdo para sus embutidos. Proponga un plan de muestreo para estimar la cantidad de perniles que es necesario agregar para obtener el contenido final de proteína, que establece una receta.

f) **Nivel de evaluación**: Argumente, evalúe, compare, juzgue, prediga, soporte. El estudiante evaluará o criticará con base en criterios y estándares específicos. Ejemplo: El gerente de una industria cree que las condiciones de operación de su actual proceso pueden ser modificadas para mejorar el rendimiento. Estudie el proceso, realice un plan de experimentación si lo considera necesario y recomiende las condiciones de operación del proceso más adecuadas. Una habilidad que se pretende en este nivel, es convertir un embrollo (problemática amorfa y difusa), en un verdadero problema con estructura, a partir del cual se vislumbre el alcance y las limitaciones de la estadística en la solución del mismo.

En este marco, se puede visualizar de mejor manera, cómo algunas actividades que se realizan en el proceso de enseñanza–aprendizaje, privilegian algunos de estos objetivos, pero son inocuas en el desarrollo de otros. Así, la llamada clase magistral, o una buena conferencia, siempre tendrá una cota que hace que por muy buena que sea, no podrá alcanzar objetivos de los niveles altos, en los cuales se exige un tipo de aprendizaje activo, con el estudiante como protagonista. En disciplinas de carácter tecnológico, en las cuales la solución de una situación problema, implica el compromiso con una o varias heurísticas, la práctica personal, la experiencia vivida de manera íntima, es insustituible.

Guardando las proporciones, puede ilustrarse con el caso del aspirante a torero. Vale que se le explique con tiza y pizarra, la *psicología del toro*, que se le den buenas conferencias sobre las virtudes que caracterizan a un buen torero, las diversas suertes, los riesgos y como evitarlos, el arte de *la pica* y de las banderillas, los utensilios, las posturas, las normas, el esquema de premios y hasta la historia del toreo. Sin embargo, es claro que por más brillante que resulte su evaluación escrita, después de soberbias y brillantes clases, si lo sueltan frente al toro, seguramente lo arrastrará con su título de torero incluido. No hay que argumentar mucho, para ponerse de acuerdo en que el proceso de formación está incompleto. Sería conveniente, que el aspirante *vea* torear muchas corridas, que practique con el *toro simulado* algunas destrezas, que ejercite su cuerpo, que posteriormente se enfrente con algunas vaquillas, novillos y por supuesto que por fin, enfrente varios toros, todo esto frente a personas expertas, que le observarán sus virtudes y sus flaquezas, para retroalimentar su capacitación..

Esta retroalimentación ofrece una verdadera autoevaluación, es la que proporciona y acumula experiencia. Un ingeniero que hubiera diseñado 100 máquinas, pero nunca evaluado la eficacia de las mismas, diseñará la máquina número 101 con la misma experiencia que la primera. De igual manera, un profesor que solo califica a sus estudiantes, pero no realiza un verdadero proceso de autoevaluación, estará dictando sus mismas clases, seguramente mejorando algunas presentaciones, pero sin saber si esos cambios, están surtiendo efecto.

6. ACERCA DE LOS MÉTODOS O ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

La discusión sobre la naturaleza de los objetivos y los estilos de aprendizaje y la motivación, permiten ahora, definir algunas heurísticas para basar el proceso de enseñanza–aprendizaje. Surge de manera natural la posibilidad de plantear una estrategia en la que se ofrezca una gama amplia de actividades de aprendizaje que proporcione no sólo la robustez frente la realidad individual de los estilos de aprendizaje, sino que cubra de abajo hasta arriba, el espectro de objetivos que se plantean, al tiempo que el contenido y la forma de las actividades se defina teniendo como norte la motivación intrínseca y el aprendizaje a largo plazo.

Romero et al. (1995), explican que la reforma de la enseñanza de la estadística que se ha implementado en la Universidad Politécnica de Valencia, descansa, entre otros aspectos, en la consideración de que lo que los estudiantes aprenden tiene que ver básicamente con lo que estarán en capacidad de hacer en su trabajo años más tarde, es decir, en el aprendizaje a largo plazo. Otra de las premisas básicas de esta reforma descansa en el principio de que el conocimiento tecnológico se adquiere *haciendo* y *viendo hacer a otros*. Enfatiza, que el aprendizaje es una tarea personal, donde el protagonista no debe ser el profesor sino el estudiante.

Smith (1988), plantea más de veinte proyectos sencillos que están al alcance de los estudiantes en el tiempo previsto en un curso introductorio, que pueden servir de guía en un proceso de aprendizaje activo.

Bradstreet (1996), propone algunos elementos a manera de guía para tomar en cuenta en un curso introductorio de estadística, entre las cuales están las siguientes: enseñar orientado hacia el empirismo, no hacia la estadística teórica; enseñar primero conceptos y luego métodos; enfocar las aplicaciones estadísticas al campo de interés de los estudiantes: probar que la estadística es una herramienta efectiva de investigación; establecer unas guías estándar para la buena práctica estadística; asegurarse que el texto guía sea compatible con el nivel de conocimiento de sus lectores; conectar conceptos y métodos estadísticos con un software amigable. También hace algunas sugerencias de tipo general: Conozca su auditorio, proporcione enseñanza de manera amigable, incentivar el aprendizaje interactivo, proveer

ejemplos relevantes, mostrar energía y entusiasmo en la clase, salpicar de humor las clases, ajustar las clases en longitud y tiempo de acuerdo a las restricciones existentes, minimizar la toma de notas entregando a los estudiantes el material apropiado, recibir retroalimentación de los estudiantes, ser accesible a los estudiantes, proveer una ambiente agradable de aprendizaje.

Gordon (1995) insiste en la importancia de que la enseñanza requiere ser construida sobre la base de experiencias personales de quien esta aprendiendo, tratar de conectar conceptos abstractos con experiencias personales, analogías, símiles y metáforas, pueden ser herramientas instruccionales muy útiles. Por ejemplo, en lo relativo a la hipótesis nula, y al esquema de toma de decisión, puede hacerse la analogía con lo que ocurre en un juicio legal, donde la hipótesis nula es que el acusado es inocente hasta que se demuestre lo contrario, si no se logra obtener pruebas contundentes de la culpabilidad, no significa que el reo sea inocente. Es decir, que *no rechazar* la hipótesis nula, no es equivalente con aceptarla.

No hay que mitificar el uso de la tecnología en el proceso aprendizaje, pues ella en sí misma, no resuelve ningún problema y por el contrario, usada sin responsabilidad, puede ser más peligrosa como remedio que la propia enfermedad, sin embargo, usada adecuadamente puede convertirse en un excelente aliado para el aprendizaje del estudiante, especialmente para objetivos del nivel de comprensión.

7. LA TECNOLOGÍA Y EL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA

La tecnología es una de las dimensiones que más desarrollo ha tenido en el presente siglo, en el cual hemos pasado literalmente de la mula al avión y el desarrollo de la microelectrónica y de la informática, ha sido especialmente acelerado. Esto significa que se ha posibilitado abordar problemas de mayor envergadura, que se ha ganado tiempo en la clase, pues ya no es necesario enseñar todas las maneras de calcular la varianza y sus métodos abreviados, etc., sin embargo, los cambios que se han producido en la metodología de la enseñanza, son bastante tímidos, comparados con el potencial que la tecnología ofrece.

El proceso de enseñanza-aprendizaje en los cursos introductorios es presencial, es decir, el alumno y el profesor coinciden en el tiempo y el espacio. Generalmente el tiempo es limitado y es necesario desarrollar los contenidos básicos previamente definidos. La tecnología puede jugar un papel muy útil, permitiendo que el estudiante pueda realizar aprendizaje activo fuera de clase.

El tiempo en clase, podría ser mejor aprovechado, llegando al estudiante, mediante una imagen que ilustre el concepto, que ponga en evidencia el impacto de modificar algunas condiciones, que le permita *vivir* ciertos análisis de sensibilidad

en forma casi inmediata e interiorice el alcance y las posibles limitaciones de un método o una técnica específica, en un ambiente propicio para que el alumno desarrolle su propia motivación.

Por otro lado, seria muy conveniente flexibilizar el proceso presencial en el sentido de permitir al estudiante que en forma personal asuma su aprendizaje, reforzándolo de acuerdo con sus necesidades, mediante un instrumento pensado para ello, que puede acceder de acuerdo con su disponibilidad de tiempo. En este sentido, la informática puede jugar un papel importante, no para reemplazar al profesor, pero si para brindarle apoyo en su tarea y darle una opción más al estudiante para la consolidación de su aprendizaje.

8. EL ENFOQUE DEL *TOTAL QUALITY MANAGEMENT* (TQM) EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA

Cuando se menciona este enfoque asociado a la actividad universitaria, aparecen reacciones diversas. Suele producir cierto escozor, parece que se torna prosaico y exageradamente simplificado un proceso que se muestra tan complejo. No parece de buen recibo hablar de cliente y de producto, pues adquiere la educación, en esta jerga, un sabor a mercancía.

Sin embargo, como lo plantea Cobb (1993), puede ser una buena guía para la mejora del proceso de enseñanza–aprendizaje, si se rescata del TQM su esencia: Sólo se puede mejorar lo que se mide, es decir, hace énfasis en la definición clara de instrumentos de medida, que permitan evaluar el proceso y establecer, de la forma más objetiva posible, el impacto de algunas variaciones realizadas en las actividades y métodos de enseñanza–aprendizaje.

Otro principio del TQM, se refiere a una gestión por procesos con actitud permanente de mejora. Cada profesor podría intentar por cuenta propia el mejoramiento de su curso, sin embargo, si se pretende que las mejoras logradas se mantengan y se aseguren, el mejoramiento debe ser institucionalizado. La otra faceta es el enfoque hacia “el cliente”. Esto significa que el objetivo a conseguir no es dictar *buenas clases* en el sentido de hacer *buenos shows*. El objetivo, es que el estudiante adquiera el conocimiento y las destrezas que se han establecido y mientras esto no ocurra, no vale dictar clases magistralmente. Es una llamada a abandonar la postura de *Yo soy el experto y punto*.

El ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), es un buen ejemplo de doctrina extraída del mundo de la gestión de la calidad y que no genera controversia, pues suena muy razonable *planificar*, en base a lo que se pretende hacer y definir estrategias para lograrlo, implementar dichas estrategias, verificar si se están produciendo los

resultados esperados y con base en esta información actuar, como retroalimentación al proceso. La explicación de una experiencia de aplicación del ciclo PDCA a la actividad docente puede hallarse en Prat y Grima (1998).

El enfoque de TQM hace más justicia en el juicio de responsabilidades, pues el profesor no puede descargar la responsabilidad del fracaso en las espaldas del estudiante, como suele hacerse a menudo. La responsabilidad es compartida. No cabe la fácil conclusión de *Yo soy el bueno y el experto y los estudiantes son malos y no estudian*. La conclusión ante el fracaso, es que "el proceso no está logrando los resultados deseados" y por lo tanto habrá que examinar a todos los participantes en dicho proceso y sus relaciones pertinentes, incluyendo por supuesto el papel que juega el profesor, la administración, el estudiante, etc..

Gary (1998) hace la siguiente afirmación: *…la mayor parte de 25 años de enseñanza del curso introductorio de estadística, yo sentí que mi papel era ofrecer conferencias claras, trasmitir información del experto (yo) a los novatos (los estudiantes). Esta perspectiva narcisista, creo que es equivocada, pues el enfoque no debe ser sobre el profesor, sino sobre el estudiante. La pregunta no debe ser. ¿Cómo hacer para dictar clases más brillantes? Sino, ¿cómo puedo ayudar a que mis estudiantes aprendan?*, es decir, ¿Qué hacer para que el proceso cumpla su función? .

9. EL ROL DE LA EVALUACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA

El término *evaluación* es usado en diferentes contextos y con diferentes significados.Garfield (1994), afirma que la mayoría de los profesores piensan en la evaluación en términos de exámenes y aprobados o suspensos. Debido a que el aprendizaje de la estadística a menudo se contempla como el dominio de un conjunto de habilidades, procedimientos y vocabulario, la evaluación se ha limitado a la aplicación de exámenes o pruebas que intentan medir si el estudiante ha adquirido este dominio. Las preguntas que aparecen en los exámenes tradicionales se orientan típicamente a la medición de destrezas, aisladas del contexto de un problema y no prueban si el estudiante ha entendido o no conceptos estadísticos, si está en capacidad de integrar el conocimiento estadístico a la solución de un problema o si es capaz de comunicarse efectivamente usando el lenguaje de la estadística. Algunas investigaciones han probado que es posible que los estudiantes produzcan una *solución* correcta a una pregunta sin haber entendido lo que esta solución encierra detrás de ella.Jolliffe (1991).

Por otro lado, el contenido de la evaluación generalmente permite conocer sobre algunos objetivos de aprendizaje, pero no necesariamente los de más alta jerarquía, sino aquellos que están relacionados con la repetición de algunos algoritmos

para resolver aspectos parciales de un problema o la aplicación de métodos a problemas completamente planteados.

En este sentido, Hubbard (1997) hace un balance crítico acerca del descuido que existe con respecto a la evaluación. Hace referencia a una publicación anterior, Hubbard (1995), en la cual reporta los resultados de un estudio sobre las preguntas que traen los libros de texto estándar en matemáticas y estadística, registrando que el número de preguntas que son realmente diferentes, es bastante pequeño. Este hecho, aumenta la posibilidad de que un estudiante con motivación extrínseca, relacionada sólo con aprobar el curso, memorice procedimientos y algoritmos para responder "las preguntas" que con mucha seguridad, le harán en su examen. Esta memorización, puede ir hasta el punto de construir respuestas tipo para preguntas como *…Interprete el intervalo de confianza hallado en el contexto del problema….*, cumpliéndose así la mencionada sentencia *Dime como me mides y te diré como actúo*. Cuando las tareas, los ejercicios realizados en clase, los ejercicios del texto guía, le demuestran al estudiante que puede tener éxito en el resultado del examen, sin necesidad de comprender la esencia de lo que hace, el aprendizaje es necesariamente superficial y de muy corto plazo.

Hubbard (1997) plantea la conveniencia de la creatividad permanente en la evaluación y algunas sugerencias sobre la manera como esto puede lograrse. Por ejemplo, proponer proyectos en los cuales el estudiante crea o colecta los datos, los presenta, analiza y discute. Esta es una poderosa herramienta para desarrollar el entendimiento. El profesor requiere asegurarse que el estudiante ha entendido los conceptos fundamentales, mediante la elaboración de algunas preguntas, en este sentido Steinhorst y Keeler (1995), manifiesta que una buena pregunta conceptual tendrá la cantidad correcta de ambigüedad, que obligue al estudiante a reflexionar sobre varias posibles respuestas. Otra sugerencia es crear preguntas no estándares. Por ejemplo: A) Dar una respuesta a través de la salida de un programa estadístico y pedir al estudiante que se invente un problema, compatible con la solución entregada. B) Pedir al estudiante explicar el impacto que tendría en la solución o en algún aspecto especifico, el cambio de algunas de las aristas involucradas en el problema. C) Ligar representaciones gráficas y simbólicas.

Para evaluar la comprensión de términos y definiciones, mejor que pedirle al estudiante que defina una unidad experimental, un tratamiento, variable de respuesta, aleatorización, bloques, etc. es plantearle una situación problema y pedirle en ese contexto especifico, que identifique los anteriores elementos.

Sobre la temática de la evaluación en estadística, Gal I. y Garfield J. (1997), editaron el libro *The assessment challenge in statistics education*, el cual constituye un gran esfuerzo para caracterizar el proceso de evaluación, diagnósticos de la

práctica corriente, sus alcances, sus limitaciones, el estado del arte en la investigación educativa y algunas recomendaciones al respecto.

Garfield, J. y Gal, I. (1999), listan los principales retos que deberá afrontar la investigación sobre evaluación de la enseñanza de la estadística:

• Evaluación de los estudiantes en ambientes asistidos por ordenador.

• Evaluación de la *lectura y escritura* en estadística.

• Evaluación del entendimiento de las *grandes ideas* estadísticas.

• Evaluación de la intuición y el razonamiento involucrados en los conceptos de probabilidad y sus procesos.

• Evaluación de los resultados del trabajo en grupo.

• Desarrollo de modelos para usar en la evaluación y comparación de currículos.

• Uso de la evaluación para determinar lo que los estudiantes entienden después que ellos interactúan con software de simulación.

Como puede apreciarse el camino apenas empieza y son muchos los retos que aguardan.

10. CONCLUSIÓN

De la anterior síntesis, se puede deducir la complejidad de la problemática del proceso de enseñanza–aprendizaje de la estadística, empezando desde el enfoque del curso, sus contenidos, la secuencia, los énfasis. Queda planteado que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera y que cada uno tiene su propio *estilo de aprendizaje* que hace que tenga más afinidad con unas estrategias que con otras, razón por la cual es conveniente involucrar una amplia gama de actividades que hagan robusto el proceso a los estilos de aprendizaje. Por otro lado, existen diferentes niveles en los objetivos de enseñanza, los cuales pueden lograrse escogiendo las estrategias adecuadas a cada uno de ellos, que varían en complejidad. Los objetivos de mayor nivel, solo podrán alcanzarse con un aprendizaje activo, donde el estudiante es el protagonista.

Esta participación activa del estudiante se hace más efectiva cuando existe una motivación intrínseca y el estudiante disfruta con el aprendizaje, en este sentido, el papel del profesor es muy importante, pues queda en sus manos *vender* la estadística a sus estudiantes, con base en la importancia que tiene la misma en el campo de interés del estudiante, al tiempo que presentando los temas de manera hilada y

coherente, buscando en lo posible establecer conexiones con otras áreas del conocimiento. La tecnología puede ser un buen aliado que podría permitir flexibilizar el proceso de aprendizaje, liberando el tiempo del profesor en cierto tipo de labores, que le permitiría enfatizar algunos aspectos en los cuales el profesor es prácticamente irremplazable. La utilización de la tecnología debe hacerse de manera responsable, pues de lo contrario, podría ser contraproducente.

Los estudiantes antes de tomar el curso, tienen su propias concepciones sobre la aleatoriedad y sus actitudes frente a la incertidumbre no siempre son acertadas, lo cual se constituye en una limitante del proceso de aprendizaje. En este sentido es conveniente que el profesor explore las preconcepciones que tienen los estudiantes para tomarlas en cuenta en su estrategia, pues el estudiante, para aceptar lo nuevo, tiene que convencerse que lo viejo no funciona.

El manejo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística puede enfocarse bajo la filosofía del mejoramiento continuo de la calidad, planeando todas las fases, empezando por el currículo, definiendo unas metas claras, ejecutando el proceso planeado, verificando la consecución de los objetivos y con base en ello, retroalimentando el proceso con acciones correctivas. Para aplicar esta filosofía, es necesario tener una medida clara del logro en términos del aprendizaje, la cual constituye la evaluación, pues no se puede mejorar lo que no se puede medir. La investigación sobre instrumentos fiables de evaluación es uno de los pilares y prioridades de la investigación en educación estadística, pues de esta manera, se avanzaría en el grado de generalización de los resultados de investigaciones empíricas. Con instrumentos bien definidos de evaluación podrían medirse más objetivamente los impactos producidos por cambios en los métodos, estrategias, o medios de aprendizaje.

Son mil y una las dimensiones que tiene el espacio del aprendizaje de la estadística, pero también son mil y una las oportunidades de mejorar, sujeto a las limitaciones o restricciones que se tienen en cada ambiente específico. Sólo queda reflexionar sobre la manera de producir motivación intrínseca en los colegas profesores para empezar pronto a actuar en el sentido del mejoramiento. No es un camino fácil, pero con seguridad tiene un muy alto beneficio para la sociedad.

REFERENCIAS

BATANERO, C., GARFIELD, J. B., OTTAVIANI, M. G. Y TRURAN, J. (2000). «Investigación en Educación Estadística: algunas cuestiones prioritarias». *Statistical Education Research Newsletter 1(2).* (Puede consultarse a través de internet en http://www.ugr.es/~batanero/ListadoEstadistica.htm)

BEHAR, R. Y OJEDA, M.M. (1997). «A Reformulation of the Problem of Statistical Education: A Learning Perspective» (Resume*). International Statistical Institute. Newsletters* Vol 21. Nº 1(61).

BLOOM, B. S., DAVID R. KRATHWOHL (1984). «Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain».

BLOOM, B. (1984). «Taxonomy of Educational Objectives : Handbook 2: Affective Domain»

BRADSTREET, T.E. (1996). «Teaching Introductory Statistics Courses So that Non-statisticians Experience Statistical Reasoning». *The American Statsitician*. Vol. 50 Nº1.

COBB, G. W. (1993). «Reconsidering Statistics Education: A national Science Foundation Conference». *Journal of Statistics Education*, v.1, n.1.

GAL, I. Y GARFIELD, J.(1997). «The Assessment Challenge in Statistics». *ISI*, Voorburg. The Nethrlands.

GARFIELD Y AHLGREB (1988). «Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for Reasearch». *Journal of Research in Mathematics Education*. Vol. 19, Nº 1.

GARFIELD, J. (1994). «Beyond Testing and Grading*". Journal of Statistics Education* v.2, n.1.

GARFIELD, J. Y GAL, I. (Eds) (1999). «Assessment and Statistics Education: Current challenges and directions». *International Statistical Review*. Vol. 67 Nº1.

GARY, S. (1998).«Learning Statistics By Doing Statistics»*. Journal of Statistics Education,* v.6, n.3.

GORDON, S. (1995). «A theoretical Approach to Understanding Learners of Statistics». *Journal os Statistical Education*, v.3, n.3.

GREEN (1992). «Data analysis: What Research Do We Need?». *Loughborough University*. England.

GRIMA,. P Y RIBA, A.: «La simulación y la enseñanza de la estadística. Casos prácticos» *Estadística Española*. Vol. 37, Núm. 140, 1995, págs. 409 a 434.

HERRMANN, N.(1989). «The Creative Brain». Lake Lure, N.C: Ned Herrmann Group.

HUBBARD, R. (1995). «53 Ways to ask Questions in Mathematics and Statistics».*Technical and Educational Services*, Bristol.

HUBBARD, R. (1997). «Assesment and Process of Learning Statistics". JSE, v5. N.1

JOLLIFFE, F. (1991). «Assessment of the understanding of Statistical Concepts». *Proceeding ICOTS-3*, Vol. 1. Ed. D. Vere-jones, Otago, NZ: Otago University Press.

MOORE, D. (1997). «The active practice of statistics: A text for multimedia Learning».*Freeman and Company*. USA.

PRAT, ALBERT (1994): «Algunas reflexiones alrededor de la estadística». *Lección inaugural del curso 1994-95. Facultad de Matemáticas y Estadística (FME),* Universidad Politécnica de Cataluña. Folleto publicado por la FME.

PRAT, A. Y GRIMA, P.: «Una experiència de planificació, control i millora de l'activitat docent». *Jornadas sobre la reforma académica en la UPC*. Editado por la UPC.

ROMERO ET AL. (1995). «Teaching Statistics to Engineers: An Innovative Pedagogical Experience». *Journal of Statistics Education*, v3, n.1.

SAHAI, H., BEHAR, R. Y OJEDA, M.M. (1998). «Un replanteamiento del problema de la educación estadística: perspectiva desde el aprendizaje». *Biometrical Education: problems, experiences and solutions. International Biometric Society Network for Central American and Caribean.* Costa Rica.

SAHAI, H.A,. KHURSHID; S., CH.MISRA (1996): «A Second Bibliography on the Teaching of Probability and Statistics». *Journal of Statistics Educ*ation v.4, n.3 .

SIMON, JULIAN L. (1996) «Resampling: A Better Way To Teach (and Do) Statistics». Libro en la pagina Web "*Remembering Julian Simon*". http://www.freemarket.net/features/heartland/simon.html

SNEE R,.D. (1993). «What´s missing in Statistical education?».*The American Statistician*, 47, 149.154.

SMITH, G. (1998). «Learning Statistics by Doing Statistics». *Journal of Statistics Education* Vol. 6, núm. 3.

STEINHORST, R. K. Y KEELER, C. M. (1995). «Developing Material for Introductory Statistics Courses from Conceptual, Active Learning Viewpoint». *Journal of Statistics Education*. Vol. 33, Núm. 3.